

- 42 55149e Thermosetting resin compositions for powered coatings.
55158g Coating with tetrafluoroethylene copolymers.
43 55293x Binder for mold and core sand mixes used for cast iron, steel, and nonferrous metal casting.
47 55478m Coated aluminum fins for heat exchangers.
48 55716n Gas reaction with solid supported by porous material.
49 55802n Production of molybdenum trioxide from scrap containing metallic molybdenum.
55832x Recovery of fluorine in waste gas from an aluminum electrolysis furnace as a cryolite.
51 56261x Lubricating aluminum and aluminum alloys while cold working them.
52 56500z Mold for active ingredient compact for batteries.
56541p Coating compositions for solar-collector panels.

- 56544e Pressing of brittle alloy powders into compacts and their use for hydrogen storage.
57 57705g Metal-glass sealed structures.
57730m Reflective coatings on glass having high resistance to corrosion.
57762y Oxide compositions for sealing ceramic parts.
57773c Paste for sintering aluminum oxide ceramics.
57782e Electron tube envelope assemblies.
57788m Ceramic powder coated with a nonnoble metal.
57809u Applying a ceramic coating to a metallic substrate.
57848f Mechanical surface smoothing by loose abrasive bodies.
57849g Heat- and oxidation-resistant carbon plates.
57851b Carbon plates for heat treatment of hard alloys.
58 57976w Metallic cladding of concrete and other structures.

57-CERAMICS

NORBERT J. KREIDL AND THOMAS S. SHEVLIN

This section includes the preparation, composition, analysis, properties, and uses of glass, ceramics, glazes, enamels, refractories, clay products, abrasives, and carbon products. Organic glasses are included in Section 37. Studies of raw materials are included in Section 53, when the interest is of geological significance and ultimate use is incidental. Cermets containing more than one percent metal are included in Section 56. Some specific uses and properties of ceramics are covered in other sections (e.g., 63, 65, 68, 75, and 76).

99: 57547g Organic materials for molding of fine ceramics. Saito, Katsuyoshi (Kyoto City Ind. Res. Inst., Kyoto, Japan). *Daiichi Kogyo Seiyaku Shoho* 1982, 421, 4-11 (Japan). A review with 29 refs.

99: 57548h New ceramics. Sakka, Sumio (Coll. Eng., Mie Univ., Tsu, Japan). *Jidosha Gijutsu* 1983, 37(4), 383-9 (Japan). A review, with 6 refs., on types, properties, uses, and manuf. of new ceramics.

99: 57549j Wear-resistant corrosion-resistant crystalline and vitreous enamels. Behrenbeck, H. H.; Platzke, K. (Italy). *Not. Cent. Ital. Smalti Porcellanati* 1982, 24(4), 24-6 (Ital). A review with no refs. on enamels used in the chem. industry for coating steel vessels and components, methods and app. for enamel testing, chem. and electrochem. corrosion of enamels, and the enhanced wear-resistance of cryst. enamels. L. Kuca

99: 57550c Monolithic refractories. Tsukino, Mitsuaki (Nippon Puraiburiko K. K., Japan). *Gypsum Lime* 1983, 184, 137-44 (Japan). A review with 6 refs., on manuf. and characteristics of monolithic refractories.

99: 57551d Light and inorganic materials. 4. Photosensitive glass materials. Sakka, Sumio (Coll. Eng., Mie Univ., Tsu, Japan). *Kagaku Sosetsu* 1983, 39, 207-16 (Japan). A review with 57 refs., on manuf. and characteristics of photosensitive glass.

99: 57552e New materials and energy conservation. 6. Optical fibers. Saito, Seigo (Sogo Rikogaku Kenkyuka, Kyushu Univ., Fukuoka, Japan). *Shoenerugi* 1983, 35(5), 65-8 (Japan). A review with no refs., on the manuf., structure, and characteristics of optical fibers.

99: 57553f Beryllium-free fluoride glasses. Poulain, M.; Poulain, M.; Matecki, M. (Univ. Beaulieu, 35042 Rennes, Fr.). *Stud. Inorg. Chem.* 1983, 3(Solid State Chem.), 461-4 (Eng). A review with 6 refs.

99: 57554g Silicon carbide (SiSiC), a new material for equipment design. Willmann, Gerd; Heider, Wolfgang (Abt. NTE, Dornier Syst. G.m.b.H., 7990 Friedrichshafen, Fed. Rep. Ger.). *Z. Werkstofftech.* 1983, 14(4), 135-40 (Ger). A review with 34 refs. on the prep., properties, and use of reaction-sintered SiC contg. free Si.

99: 57555h Coating glass containers with titanium tetrachloride. Jansen (Gerresheimer Glas A.-G., Duesseldorf, Fed. Rep. Ger.). *Glastek. Tidskr.* 1983, 38(1), 17-25 (Ger). A review with no refs. on strengthening of glass containers by high-temp. treatment with air-entrained $TiCl_4$ vapors leading to the formation of a TiO_2 coating.

99: 57556j Properties and application of silicon nitride. Ochiai, Toshihiko; Nishida, Katsutoshi (Tokyo Shibaura Elec. Co. Ltd., Tokyo, Japan). *Nippon Fukugo Zairyo Gakkaishi* 1983, 9(1), 8-14 (Japan). A review with 1 ref.

99: 57557k Silica optical fiber. Inagaki, Nobuo; Nakahara, Motohiro (Ibaraki Electr. Communicat. Lab., Nippon Telegr. and Teleph. Public Corp., Nippon, Japan). *Sen'i Gakkaishi* 1983, 39(5), P147-P154 (Japan). A review with 5 refs., on the manuf. and characteristics of SiO_2 optical fibers.

99: 57558m New optical fiber and its application. Murata, Hiroshi; Yoshida, Susumu; Shimoishizaka, Masashi (Furukawa Electr. Co., Ltd., Japan). *Sen'i Gakkaishi* 1983, 39(5), P163-P170 (Japan). A review with 28 refs.

99: 57559n Optical fiber cable and related material. Kurauchi, Noritaka; Mukunashi, Hiroaki (Sumitomo Electr. Ind., Ltd., Japan). *Sen'i Gakkaishi* 1983, 39(5), P171-P178 (Japan). A review with 34 refs.

99: 57560f Development of coloring of glass in feeders in Europe. Gailand, S. (Ferro, Fr.). *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidrio* 1982, 21(6), 343-5 (Span). A review with no refs. of the different factors affecting feeder coloring of glass, including energy savings and cost redn. The present state of technol. is discussed. A. Fues

99: 57561g Mechanical properties of ceramics. 4. Plasticity and deformation of ceramics. Nishikawa, Tomozo (Coll. Eng.,

Kyoto Tech. Univ., Kyoto, Japan). *Zairyo* 1983, 32(356), 584-9 (Japan). A review with 17 refs.

99: 57562h Structure of ion-implanted ceramics. Naramoto, Hiroshi (Japan At. Energy Res. Inst., Ibaraki, Japan 319-11). *Oyo Butsuri* 1983, 52(5), 397-406 (Japan). A review with 42 refs.

99: 57563j Recent advances in refractory concrete technology. Bakker, Wate T. (USA). *Publ. SP - Am. Concr. Inst.* 1982, 74(Monolithic Refract.), 1-16 (Eng). A review with 12 refs.

99: 57564k Castable refractory design requirements. Bortz, S. A.; Firestone, R. F.; Greaves, M. J. (USA). *Publ. SP - Am. Concr. Inst.* 1982, 74(Monolithic Refract.), 17-31 (Eng). A review with 22 refs.

99: 57565m Advances in nondestructive evaluation methods for inspection of refractory concretes. Ellingson, William A. (USA). *Publ. SP - Am. Concr. Inst.* 1982, 74(Monolithic Refract.), 33-55 (Eng). A review with 16 refs.

99: 57566n Premature failures with monolithic refractories: the manufacturer's viewpoint. Fisher, Robert E. (USA). *Publ. SP - Am. Concr. Inst.* 1982, 74(Monolithic Refract.), 125-40 (Eng). A review with no refs. of experience with castables, bonded plastics, and other monolithic materials in refractory applications.

99: 57567p Ceramic powder for sintering materials. Akiya, Hideo; Saito, Akira (Morimura Brothers, Inc., Tokyo, Japan 105). *Seramikkusu* 1983, 18(4), 284-8 (Japan). A review with 16 refs. on surface activity of ceramic powders, such as MgO and Al_2O_3 , for use in sintering, with sp. emphasis on their particle size, shape, particle size distribution, packing, and coexisting additives and impurities. H. Einaga

99: 57568q Glasses for optoelectronics. Izumitani, Tetsuro; Nakagawa, Kenji (Hoya Corp., Tokyo, Japan 161). *Seramikkusu* 1983, 18(4), 307-13 (Japan). A review with 15 refs. on chem. compn., structure, and optical properties of optical fibers made of quartz, ZrF_4 - BaF_2 - GdF_3 , and As-S glasses, laser glass contg. Nd^{3+} , rare earth phosphate and borate glasses showing the Faraday effect, and opto-acoustic glasses of quartz, tellurides, and chalcogenides. H. Einaga

99: 57569r Ceramics for mechanical application. Okuda, Hiroshi (Gov. Ind. Res. Inst., Nagoya, Nagoya, Japan 462). *Kagaku to Kogyo (Tokyo)* 1982, 35(8), 542-5 (Japan). A review with 5 refs. on chem. compn., method of prep., structure, mech. and thermal properties, and practical application of such ceramics as Si_3N_4 , SiC, SiAlON, Al_2O_3 , and stabilized ZrO_2 . H. Einaga

99: 57570j Application of quantitative microscopy to ceramics. Kondo, Yasuhiko (Gov. Ind. Res. Inst., Nagoya, Nagoya, Japan 462). *Seramikkusu* 1983, 18(2), 133-43 (Japan). A review with 28 refs. on anal. of bulk texture and structure of ceramics and related materials by quant. microscopy with sp. ref. to graphite in cast iron. H. Einaga

99: 57571k Chemistry of glass surfaces. I. Composition, structure, and characteristics of glass surfaces. Sakka, Sumio (Fac. Eng., Mie Univ., Mie, Japan 514). *Kagaku no Ryoiki* 1983, 37(4), 286-90 (Japan). A lecture article on surface and bulk structures of silicate glasses, compn. of the glass surface in relation to the presence of silanol groups, and chem. characteristics of porous silicate glasses, with 8 refs. H. Einaga

99: 57572m Thermally functional ceramics. Doi, Haruo (Toyota Cent. Res. Dev. Lab., Inc., Nagakute, Japan 430-11). *Seramikkusu* 1983, 18(4), 301-6 (Japan). A review with 28 refs. on structure, chem. and phys. properties, and working characteristics of ZrO_2 - Y_2O_3 , Al_2O_3 - Cr_2O_3 , CoO - Al_2O_3 , MgO - Al_2O_3 - Cr_2O_3 - Fe_2O_3 , and NiO - Al_2O_3 ceramics for high-temp. thermistors, and Al_2TiO_5 , $Li_2Al_2Si_2O_8$, $Li_2Al_2Si_2O_{12}$, $Li_2Al_2Si_2O_{22}$, and $Mg_2Al_2Si_2O_{13}$ with low thermal expansion coeff. for catalyst supports. H. Einaga

99: 57573n Electric and magnetic functional ceramics. Ichinose, Noboru (Toshiba Corp., Kawasaki, Japan 210). *Seramikkusu* 1983, 18(4), 295-300 (Japan). A review with 7 refs. on research and

セラミックス粉末の焼結

穂谷 秀雄・斉藤 章

1. はじめに

近年、産業界の注目の的となるに至った“セラミックス”の用途開発が進められるにつれて、その原料である酸化物、非酸化物粉末への要求も厳しいものとなりつつある。昭和 57 年 4 月より実施されている文部省科学研究費補助金特定研究『機能性セラミックスの研究』では“セラミックス”が持っている「機能」を表面活性、反応性、電子・雰囲気感应性、熱・圧力感应性、光感应性の五つに分類し、そのセラミックスのプロセッシングと機能評価が行われることになっている¹⁾。ここでは“焼結体”の原料として要求される表面活性について簡単に述べる。

2. 粉末の表面活性について

多くの場合、ち密化は粉末が焼結することにより達成され、一般的には収縮を伴う。焼結は物質が移動した結果起こり、移動機構として粘性流動、塑性流動、粒界拡散、体積拡散、表面拡散、蒸発移動、粒子の再配列が考えられる。焼結体の機能特性は焼結体の微細構造組織に大きく依存する。焼結体の微細構造組織の制御には、焼結条件のみならず原料粉末の特性が大きく反映することからみて、焼結理論の解明は、優れた焼結体を製造するために必要な原料粉末の製造に一つの目標を与える。また焼結反応に

際して望ましい活性を持った原料粉末を製造することは焼結理論の解明をも助けるとともに“セラミックス”の将来性をより豊かにするものと思われる。粉末の活性の解釈は種々あるようだが、ここでは焼結しやすい粉末と考え、何が粉末に活性を与え、温度に対して敏感な性質を与えているかについて述べる。

2.1 粒子サイズ

ち密化過程においては粒子サイズが重要な役割を演じ、粒子サイズが細かければ細かいほど、粉末の活性が高いことはよく知られている。例えば、バイヤー法アルミナを原料粉末とし、焼成条件を一定に保ち、粒子サイズのみを変えてち密化する焼結温度を比較した場合、粒子サイズを 1/10 にすると焼結温度は約 200°C 低下させることができる。粒子サイズが焼結体のち密化の大きな要因となることは明らかであるが、多くの場合微粒子は凝集しやすく、2 次凝集体をつくりやすい。このため、より高い活性をもった粉末を得るには凝集体を粉砕すること、すなわち結晶サイズ又はより小さい凝集体へ解砕する必要がある。この操作は成形体の生密度を増加させるという大きな利点も伴う。

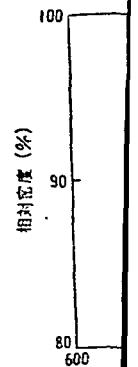
2.2 粒形と粒度分布

焼結理論としては、球状の粒を条件として考えられているが、実際には、粉体の曲率半径を基に粒子サイズを算出する必要がある。球形と角ばったガラス粒子を用いて活性を比較した場合、角ばったガラス粒子が 4~5 倍の活性をも

っているように望するサイズの困難である。また極端に活性を求め、活性の隅をみた焼結体の成形体を得、工業的な面から子を使用する面を粒度配合する。一方、I 型には、充てんだけおさえる粉体を用い、せることが重らによって発

2.3 粒子の

微粉の使用粉末成形体の収縮を増加させるは凝集粒子に利用した場合度をあげられ、ビーム蒸発に CO₂・3 H₂O の表面積をについて研究は 66.7 kps



Hideo AKIYA and Akira SAITO (Morimura Brothers, Inc.): Ceramic Powder for Sintering Materials

っているようである²⁾。しかし、現実的には希望するサイズの角ばった粉末を入手することは困難である。また粉末の比表面積を大きくし、極端に活性をあげるとは、粉体の取り扱い及び充てん性の困難さのため均一な微細構造組織をもった焼結体を得ることが難しい。高生密度の成形体を得、収縮を最小限にとどめることは工業的な面からみても重要であり、比較的粗粒子を使用する耐火物業界では、粗、中、微粒子を粒度配合することにより最密充てんを得ている。一方、1 μm 以下の微粉体を使用する場合には、充てん密度をあげ、かつ粒成長をできるだけおさえるために均一な単分散、球状粒子の粉体を用い、成形体を均一に収縮させ、焼結させることが重要であるとの考え方も Bowen³⁾ らによって発表されている。

2.3 粒子のパッキング

微粉の使用に際してのもう一つの問題は、微粉末成形体の生密度が減少し、その結果、焼成収縮を増加させることである。この問題の一因は凝集粒子にある。1 μm 以下の粒子サイズを利用した場合は微粒子間に働く物理的な力が密度をあげられない一因で、Ramsey ら⁴⁾ は電子ビーム蒸発によって作った微粉 MgO と $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ を真空中で分解して得たほぼ同一の表面積をもった凝集粒子を用いて、この問題について研究している。凝集のない MgO 粉末は 66.7 kpsi (約 4500 kg/cm^2) の圧力下成形で

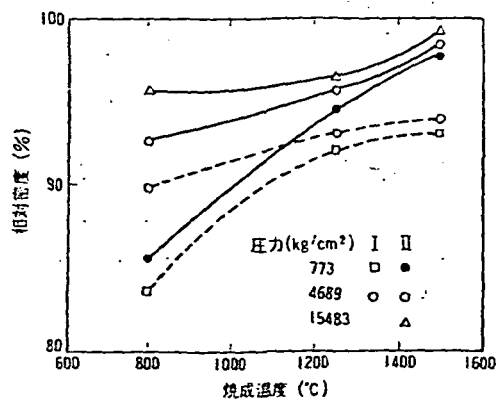


図1 相対密度と焼成温度の関係

I: $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の分解による粉末
II: 電子ビーム蒸発による粉末

理論密度の 50% の生密度が得られ、133 kpsi (約 9000 kg/cm^2) の圧力下成形で理論密度の 64% に達しているが、他方はかなり低い成形密度しか得られない。凝集のない MgO (表面積 360 m^2/g) と凝集した MgO (表面積 319 m^2/g) の焼結挙動の違いを図 1 に示す。

図 1 と Binns⁵⁾ らの報告をまとめると、サブミクロン粒子を使用する際の大きな障害は凝集粒子をいかに密に充てん成形するかであり、粉砕以外の技術を用いたサブミクロンサイズの凝集しない結晶を得る方法の開発が必要となってくる。研究が進められつつある、液相法、気相法により作られた均一、等大な球状粉末を密充てんした場合、理論上最大で 74% のかさ密度が得られる。これは今後の原料合成上の一つの目標となり得る。

2.4 添加剤と不純物

Al_2O_3 , MgO のような化学量論的酸化物は、化学量論を乱す添加物によって固溶体を形成し、焼結に大きな影響を受ける。図 2 は商業

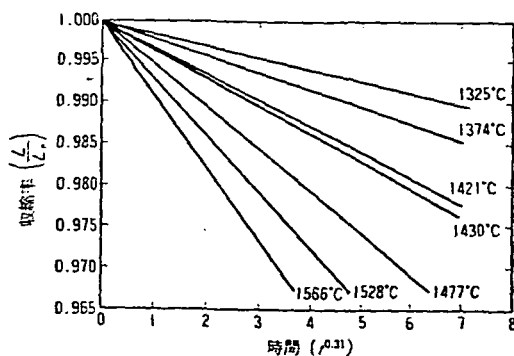


図 2(a) 等温収縮と時間の関係

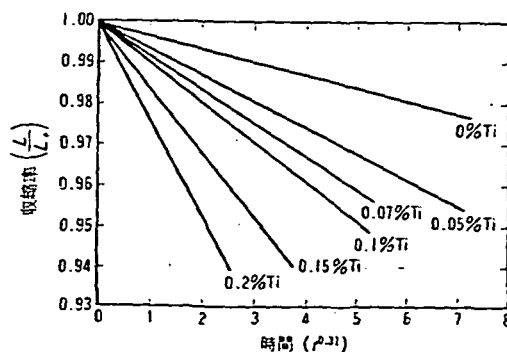


図 2(b) TiO_2 添加量による時間、収縮の関係
(添加量は Ti 換算)

生産されている Al_2O_3 を各温度にて焼結した場合と温度を一定 (1520°C) に保ち、同一の Al_2O_3 への TiO_2 の添加量を変化させた場合の収縮との関係を表した図である¹⁾。

TiO_2 の微量の添加が焼結温度を 200°C ほど下げることは Al_2O_3 の粒度を 1/10 程度へ粉碎したときと同じ効果となる。 Al_2O_3 への固溶限度を越える TiO_2 の添加は密化を阻害する。まして液相を形成することなく第2相をつくる不純物は明らかに密化過程では障害物となる場合が多い。

3. 表面活性が要求される理由

用途開発が進められるにつれてセラミックスが静及び動の荷重がかかった条件又は反応性雰囲気中で使用されることが多くなった。ここではアルミナと共有結合性物質の粒径が、焼結体の性質に与える影響について述べる。

3.1 粒度と機械物性

(1) 式に抗折強度、(2) 式に摩耗減量に関する式を示す¹¹⁻¹²⁾。

$$\sigma_{fd} = 100 e^{-11.83P} \cdot d^{-0.40+0.33P} \quad (1)$$

$$\text{摩耗減量} = K(d)^{1.72} \cdot e^{0.23P} \quad (2)$$

d : 焼結体粒径, P : 気孔率

両者とも焼結体粒径が小さくなり、かつ気孔率が小さくなるにつれて物性は向上する。すなわち、このような特性を発現させるには、焼結体粒径が小さくなり気孔率が小さくなるように焼結体を製造する必要があるわけである。図3は気孔率を0とした場合の焼結体粒径と抗折強度の関係及び気孔率と抗折強度の関係を示した

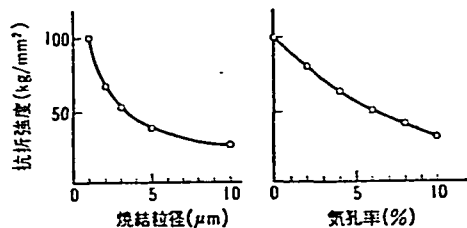


図3 気孔率0の場合の焼結粒径と抗折強度の関係(左)及び気孔率と抗折強度の関係(右)((2)式より)

ものである。実際には、図3どおりに実現させることは困難であるが、焼結体粒径と気孔率が強度に大きな影響を与えることは明確である。この粒径と気孔率を制御するためには、原料粒子径の微細なものを使用せざるを得ない。しかし周知のごとく、粒子径が微細になればなるほど粒成長は顕著に現れやすい。これは微細原料を使用する際に注意を要する点であるが、そのために粒成長を制御する方法がとられたり、粉体の活性化に伴って生ずる焼成温度の低下によって解決することができる。

アルミナを例とした場合、初期焼結段階では、粒界拡散あるいは体積拡散機構で進行すると報告されている^{10), 11)}。これらの速度式は次式で与えられる。

$$\Delta L/L_0 = \left(\frac{K D r \delta^3}{\tau m k T} \right)^{1/p} : t^{1/p} \quad (3)$$

$\Delta L/L_0$: 収縮率, D : 体積あるいは粒界拡散係数, r : 粒子径, δ : 拡散律速種の径, τ : 表面エネルギー, K : 粒子形状等による定数, k : ボルツマン定数, T : 温度, t : 時間, m, p : 拡散機構により決まる定数。

(3) 式より粒子径が小さくなれば表面エネルギーが大きくなり、焼結速度は大きくなることわかる。このように原料粒子は焼結温度と密接に関係しており、粒子径を小さくすれば、それにしたがって焼結温度は低下する。

3.2 共有結合性物質の原料

SiC , Si_3N_4 , AlN , BN 等、共有結合性の強い物質は、自己拡散に要求される活性エネルギーが非常に高いため、無加圧状態で純粋な結晶体を焼結させること、すなわち加圧処理なしでは粉末充てん物の密化は困難と言われてきた。しかし、Greskovich らは共有結合性の強い物質の焼結要因を下記のごとくあげ、常圧焼結の可能性を報告した¹³⁾。

- (1) 表面移動を最小限におさえること、
 - (2) 縦横比の大きな粒子として粒成長するものは密化後粒成長させること、
 - (3) 原料粉末が微細であること、
- をあげ、(3)の効果を Si 粉末を例にとり説明

している。比較1350°Cで焼成度の92%の温度では理論値により他以上の相対密度が得られることが可能で、密度の92%を、粒径サイズより、粒子サイズに起こる収縮率でなく、動が主になった結果、表面支配されない結技術において密度を達成する表面積をもつる。

4. 必要コスト

これまで述べるには、必要にアルミナ

4.1 アルミナ

非鉄製錬用であり、近年大きく伸び、高級品に伴い易焼結アルミニウム火物業界には疑問である分野が最高クラスへのであった電化学的特性需要が増大

している。比表面積が $44 \text{ m}^2/\text{g}$ の Si 粉末を 1350°C で焼成した結果、23% の収縮と理論密度の 92% の密度を得、 $1350^\circ\text{C} \sim 1400^\circ\text{C}$ の焼成温度では理論密度の 99% の密度を得ており、これにより他の純粋な共有結合固体でも、90% 以上の相対密度をもった焼結体を無加圧で得られることが可能であろうと報告している。理論密度の 92% の焼結体の微構造の平均気孔サイズ、粒径サイズが $0.5 \mu\text{m}$ 以下と細かいことより、粒子サイズを細かくした Si 粉末充てん体に起こる収縮の増加は、表面拡散及び蒸発によるのではなく、体積拡散、粒界拡散による物質移動が主になっていることが示唆されている。この結果、表面拡散や蒸発移動による物質移動に支配されない金属及び酸化物セラミックスの焼結技術において、大きな密化速度及び焼結体密度を達成するためには、微細な粉末（大きな表面積をもった粉末）が必要となってきている。

4. 必要とされる粉体原料の調製とコストの問題

これまで述べてきた特性を有する原料を調製するには、必然的にコスト高を招きやすい。ここにアルミナを例にとって調べてみたい。

4.1 アルミナの販売量と今後

非鉄製錬用アルミナの最大の需要は耐火材用であり、近年、耐火物の高級化に伴い需要量を大きく伸ばした。使用比率は少量であるが、高級品化に伴い従来では考えられなかった高価な易焼結アルミナが焼結助剤及び最密充てんをつくりだすために使用されるに至った。ただし耐火物業界における需要増を今後とも期待するのは疑問である。伸び率からするとセラミックス分野が最高である。ことに産業界の“セラミックス”への理解が広まるにつれて、従来の主体であった電気的特性に加え、機械的特性、熱的、化学的特性等、幅広い用途が広まりつつあり、需要が増大していくと考えられる（表 1）¹³⁾。

表 1 アルミナの用途別需要推移

	昭和44年	昭和49年	昭和56年
耐火物(含研焼材)	45.7	75	144
アルミナセラミックス	4.6	14	33
ガラス	1.2	3.2	4
研磨	1	1.8	1.2
その他	9	3.5	25.6
計	55.4	101.1	209.8

(単位: 1000 t)

4.2 アルミナの機能と経済性

アルミナがセラミックス材料の主役を演じ、他の酸化物及び非酸化物原料の追随を許さない理由は、アルミナのもつ優れた特性、取り扱いが簡単なことに加えて、アルミナの持つ機能に基づいた幅広い価格体系をもち、安価に供給されていることである（図 4）。

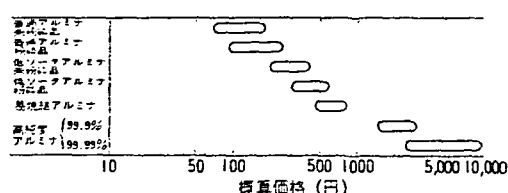


図 4 アルミナの概算価格

要求されるセラミックス特性を満足すべく粉体特性の改良が続けられた結果、メーカーによっては数十種類の品種の販売を行っている。粉体の価値は、セラミックス焼結体としての価値に制限されており、単にセラミックス原料間での競走ではなく、その時代の社会の要求を基にした、化学、金属等他業界と深いかかわりをもっている。

5. 大学、官公庁研究所に望む研究の方向

セラミックスの将来を豊かにするためには、社会のニーズを把握し、より安価な製品を供給する必要がある。このためにはセラミックスの評価技術を確立し、要求されるセラミックス機能を満足させる焼結体を、安価な原料粉末を用い、成形、焼成工程を考慮し、安価に製造することが必要である。焼結理論を解明し、原料粉

末と焼結体の因果関係を明確化すること、大量生産技術の確立されることが必要である。最近、液相、気相による合成粉末の発達により、従来困難であった2成分、3成分系の粉末原料の合成が可能となっており、これを基にした樹脂、金属にないセラミックス特有の機能を追求し、現在のセラミックスへの産業界の注目を集めたいものにしてもらいたい。また研究開発の困難さより、大企業のための“セラミックス”へ片寄りがちであるが、セラミックス業界がすそ野の広い産業になることを願っている。

6. ま と め

図5¹⁾に微粉末原料の粒度と特性の関係を示す。粒度は0.1~1 μ mが最適とされ、物質が本来持ち合わせている固有の特性を最大限に

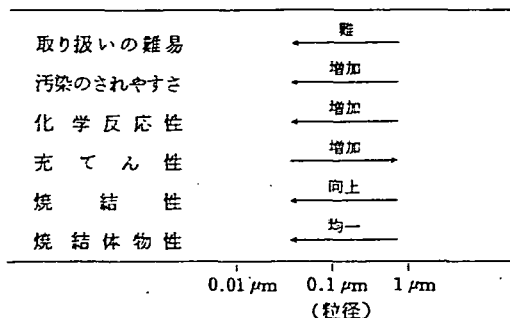


図5 合成微粉末の粒度と特性

発揮するため、高純度品の使用が要求されてくる。しかし、付加価値の高いセラミックス製品の用途開発であるとしても普及には価格制約が大きいため、単に高純度品、微粒末を志向するのではなく、焼結体が要求するセラミックス特性を明確にし、成形、焼成過程を考慮し、より安価なセラミックス製品を製造し得る原料粉末を選択する必要がある。

「セラミックスの化学——現象から原理へ——」好評!

好評裡に終了しました連載基礎工学講座「セラミックスの化学——現象から原理へ——」が刊行されました。「セラミックスの機械的性質」同様、御愛読のほどお願い致します。B5版

182 ページ、定価 2,500 円 (千 250 円) です。
申込先 〒160 東京都新宿区百人町 2-22-17 窯業協会書籍係

文 献

- 1) 小泉光恵, 学術月報, 35 [1] 39-45 (1982).
- 2) I.B. Cutler and R.E. Henrichsen, *J. Am. Ceram. Soc.*, 51, 604-05 (1968).
- 3) K. Bowen, Abstract '83 Am. Ceram. Soc. Annual Meeting, Cincinnati (1982).
- 4) J.D.F. Ramsey and R.G. Avery, *T. Mater. Sci.*, 9, 1681-95 (1974).
- 5) D.B. Binns, P. Engel and P. Popper, Proc. Int. Conf. Compaction Consolidation Particulate Matter, 1st Brighton, England (1972).
- 6) I.B. Cutler, "Ceramic Processing before Firing" Wiley-Interscience (1978) p. 26-28.
- 7) J.E. Hines, Jr., R.C. Bradt and J.V. Briggs, "Grain Size and Porosity Effect on the Abrasive Wear of Alumina" International Conference Wear Matter (1977) p. 462-67.
- 8) E.M. Passmore, R.M. Spriggs and T. Vasilos., *J. Am. Ceram. Soc.*, 48, 1 (1965).
- 9) 鍋島三郎, 山田興一, 耐火物, 33 [11] 37-40 (1981).
- 10) R.L. Coble, *J. Am. Ceram. Soc.*, 41, 55 (1958).
- 11) W.D. Kingery and M. Berg, *J. Appl. Phys.*, 26, 1205 (1955).
- 12) C. Greskovich and J.H. Rosolowski, *J. Am. Ceram. Soc.*, 59, 336-43 (1976).
- 13) 永井 章, "セラミックスアルミナの現状" 昭和軽金属 (株) パンフレット p. 4.
- 14) 岩井 正, 窯業協会第5回窯業基礎科学部会分科会テキスト (1983) p. 11.

参 考 資 料

- 1) 鈴木弘茂, "セラミックス材料技術集成", 産業技術センター (1979) p. 63-85.
- 2) セラミックス, 17, 803-90 (1982) (人工窯業原料特集).

【著 者 紹 介】



梶谷 秀雄 (あきや ひでお)
昭和 43 年早稲田大学政治経済学部経済学科卒業。現在、森村商事 (株) 営業第1部4課チーフ。



齊藤 章 (さいとう あきら)
昭和 48 年青山学院大学理工学部化学科卒業。現在、森村商事 (株) 営業第1部4課勤務。

熱力学的に
ずれ進行する。
応だけをでき
いようにその
ある。この意
系は理想的な
な高度な選択
しようという
流れとなって
アプローチで
これを用いて
となっている
セラミック
しい人工ゼオ
反応 (molecu
これに当たる
数Åの細孔が
で起こるので
の形状によっ
は以前から知
較的小さい
水反応には活
である。最近
に種々のサイ
一部として導
れ、ゼオライ
になってきた

Tetsuichi Katsuchi, Ltd.)
trochemical

セラミックス